

## ARC-BREAKING METHOD OF GLOW DISCHARGE DEVICE USING HIGHFREQUENCY ELECTRIC SUPPLY SOURCE AND ITS APPARATUS

Patent Number: JP55145171  
Publication date: 1980-11-12  
Inventor(s): KURIYAMA NOBORU  
Applicant(s): TOKUDA SEISAKUSHO LTD  
Requested Patent: ☐ JP55145171  
Application Number: JP19790052843 19790428  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C23C15/00; H01J37/32  
EC Classification:  
Equivalents: JP1583185C, JP2000723B

### Abstract

**PURPOSE:** To break arcing effectively at the shifting of discharge, by detecting the change in feed voltage or power in shifting from glow discharge to arc discharge, so as to stop the power feed.

**CONSTITUTION:** The decrease in DC voltage VDC' of a current passing through a detecting level at arcing time is detected by a control circuit CC. At that time, the rising of DC voltage VDC' is rounded by the time lag of a filter circuit F, so that the control circuit CC stops the power supply by feeding control signals to the high frequency power supply PS. The electrode is cooled in suspending time by the timer of the control circuit CC. After the elapsed time, when soft start is conducted by the start of the electric power source PS, the glow discharge is normally performed. Hereby glow discharge is smoothly continued without producing damage or splash on a sample.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—145171

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>

C 23 C 15/00

H 01 J 37/32

識別記号

1 0 3

庁内整理番号

7141—4K

7227—5C

⑬ 公開 昭和55年(1980)11月12日

発明の数 3

審査請求 有

(全 5 頁)

⑭ 高周波電源を用いたグロー放電装置のアー  
クしや断方法および装置

川崎市高津区二子371株式会社

徳田製作所内

⑯ 出 願 人 株式会社徳田製作所

川崎市高津区二子371

⑰ 特 願 昭54—52843

⑱ 出 願 昭54(1979)4月28日

⑲ 代 理 人 弁理士 猪股清 外 2 名

⑳ 発 明 者 栗山昇

明細書の浄書(内容に変更なし)

明 細 書

発明の名称 高周波電源を用いたグロー放電装  
置のアークしや断方法および装置

特許請求の範囲

1. 高周波電源から所定周波数の高周波電流が給  
電されてグロー放電する装置の給電電圧または  
電力の変化を検出することにより前記放電装置  
におけるグロー放電からアーク放電への移行を  
検出し、この検出信号に基づき前記電源からの給  
電を断つようにした、高周波電源を用いたグロ  
ー放電装置のアークしや断方法。

2. 特許請求の範囲第1項記載の方法において、  
前記グロー放電装置の電極間に生じる直流電圧  
から前記電源の周波数またはそれより高い周波  
数の重畳成分を除去した電圧信号を取出し、こ  
の信号の変化に基づいて前記電源の給電を停止さ  
せるようにした、高周波電源を用いたグロー放  
電装置のアークしや断方法。

3. 特許請求の範囲第1項記載の方法において、  
前記電源からの給電電力における進行波電力お  
よび反射波電力の各変化を検出し、反射波電力  
が急変し進行波電力が小さな変化を示すときに  
前記電源からの給電を停止するようにした、高  
周波電源を用いたグロー放電装置のアークしや  
断方法。

4. 高周波電源から電力計、マッチング回路およ  
びカップリングコンデンサを介して給電される  
グロー放電装置と、このグロー放電装置の電極  
間に生じた直流電圧が与えられ前記電源の周波  
数およびそれより高い周波数の重畳成分を除去  
した直流電圧を形成するフィルタ回路と、この  
フィルタ回路の出力レベルが所定値より小さく  
なつたことを検出し前記電源からの給電を停止  
させる制御回路とをそなえた、高周波電源を用  
いたグロー放電装置のアークしや断装置。

5. 高周波電源から電力計、マッチング回路およ  
びカップリングコンデンサを介して給電される  
グロー放電装置と、前記電力計から取出した信

( 1 )

( 2 )

号によりその反射波電力の変化分および進行波電力の変化分を得、これら2つの変化分の前者と後者の差からアーク発生に關する信号を形成する回路と、この信号形成回路の出力に基づき前記高周波電源から給電を停止させる制御回路とをそなえた、高周波電源を用いたグロー放電装置のアークしゃ断装置。

6. 特許請求の範囲第4項または第5項記載の装置において、前記制御回路が、前記高周波電源からの給電を停止させてから所定時間経過したときに給電を再開させるように動作するようにした、高周波電源を用いたグロー放電装置のアークしゃ断装置。

#### 発明の詳細な説明

本発明は高周波電源を用いたグロー放電装置のアークしゃ断方法およびその装置に關する。

たとえばスパッタリング技術においては所定空間にてグロー放電を起し作業を行うが、絶縁物等をスパッタリングするには高周波電源を用いる。

( 3 )

しかしながら、従来アーク放電移行時にアークしゃ断する効果的な方法は提供されていない。

本発明の目的は、アーク放電発生を速やかに検知してアークしゃ断し得る、高周波電源を用いたグロー放電装置のアークしゃ断方法およびその装置を提供することである。

以下添付図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図および第2図は高周波スパッタリング装置の概略を示すブロック図および該装置におけるアーク発生時の現象説明用タイムチャートであり、これら両図に基づき本発明の基本概念を説明する。

この装置においてDDはグロー放電装置であり、ここでは一方極が試料Tで他方極であるターゲットTとの間にグロー放電を生じスパッタリングを行う。このグロー放電装置DDには、高周波電源PBから電力計PM、マッチング回路MOおよびカップリングコンデンサCを介して高周波給電が行われる。グロー放電装置DDは、その放電に整

( 5 )

この高周波スパッタリングにおいてもグロー放電からアーク放電に移行し試料にダメージを与える等の不具合が生じることがある。そしてアーク放電は一般的に電力が大きくなるにしたがつて発生し易くなる。すなわち、電力を増しスパッタ速度を大きくしていくと全くアークの生じない電力からアークが生じてもすぐに消えない領域があり、更に大きくしていくと連続してアーク放電し消えない領域になる。アークの発生し易さおよびアークが消えない電力値は、ターゲットの材質、密度、冷却条件等により決まり、ターゲットによつてはかなり小さな電力でもアークが生じスパッタできない場合がある。ターゲットの材質に応じて電力を定めることによりアークを発生し難い条件とすることも可能ではあるが、ターゲットの材質は種々であるから、この方法も実用的ではない。そして、アークを全く発生しない条件を形成することは一層困難である。したがつて、グロー放電からアーク放電に移行し始めたときにアークをしゃ断するのが最も効果的な方法である。

( 4 )

源作用を伴うものであるからターゲットTには直流電圧V<sub>DD</sub>が与えられ、マッチング回路MOとの間はカップリングコンデンサCにより直流的に切断されている。つまりマッチング回路MOの出力電圧V<sub>RF</sub>は高周波であり、これがグロー放電装置DD自体の整流作用により実効的に整流給電されたものとなる。マッチング回路MOはグロー放電装置DDに最大電力を与えるためのもので、電力計PMによる負荷への進行波電力P<sub>F</sub>を最大に、負荷からの反射波電力P<sub>R</sub>を最小にするように調整する。

次に、この装置におけるアーク発生前後の状態変化を第2図のタイムチャートにより説明する。ここでは、進行波電力P<sub>F</sub>、反射波電力P<sub>R</sub>、マッチング回路出力電圧V<sub>RF</sub>およびグロー放電装置の直流電圧V<sub>DD</sub>について示している。まず給電電力P<sub>F</sub>はアーク発生により減少または増加する。これはマッチング回路等の条件により異なるが通常は下るようにする。これに対し反射電力P<sub>R</sub>はアーク発生前は略々ゼロに抑えられているが、ア

( 6 )

ク発生により負荷インピーダンスが変わることに  
より必ず大きくなる。また、高周波電圧  $V_{HF}$  は、  
側定電圧  $V_{DO}$  は、電力値、負荷、ターゲットの材  
質、およびガスによつて定まる負の高電圧からゼ  
ロに向つて急激に変化する。したがつて、これら  
4 要素とくに反射波電力  $P_r$  および陽極電圧  $V_{DO}$   
を監視することによりアーク発生を検出すること  
ができる。

第3図は、例はこのうちでグロー放電装置  $D$  の  
非接地電極すなわち陰極の直流電圧  $V_{DO}$  の変化  
によりアーク発生を検出しアークレヤ断する実施  
例、および同実施例に用いるフィルタ回路の特性  
を示したものである。この直流電圧  $V_{DO}$  は高周波  
電源の周波数  $f$ 、およびこの周波数より高い周波  
数の放電に起因する高調波成分を多量に含んでいる。  
この重畳周波数成分を含んだまま検出動作を行う  
と誤検出することになるので、この周波数  $f$ 、お  
よびそれより高い成分を除去する同図例に示すよ  
うな特性のフィルタ  $F$  を介して取出した直流電圧

(7)

電であり、正常なグロー放電を行うには電極を冷  
やす必要がある。この時間経過後の時点  $t_1$  で制  
御回路  $O$  は高周波電源  $P$  を始動させ、時点  $t_2$   
にかけてソフトスタートを行う。そして時点  $t_3$   
より後は正常放電となる。

第5図は反射波電力  $P_r$  の変化検出によるアー  
ク発生を検出する他の実施例を示したもので、こ  
の場合には反射波電力  $P_r$  のレベル検出ではなく立  
上りを検出する必要があり、またアークレヤ断後  
の放電再開時に誤検出することを防止するため進  
行波電力  $P_f$  も用いている。この回路における一  
点鎖線で囲んだ部分は検出回路  $D$  であり、電力  
計  $P_M$  に接続された単一周波数フィルタにより反  
射波信号  $P_r$  および進行波電力  $P_f$  を取出し微分  
回路を介して変化分を得、差動増幅器により極性  
およびレベル検出し  $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$  なる信号を取  
出し制御回路  $O$  に与える。この場合、反射波電  
力  $P_r$  の信号が与えられる差動増幅器入力端に設  
けられている抵抗  $R_{11}$ 、 $R_{12}$  等は全然放電しなかつ  
たり反射レベルが所定値以上になるのを防止し

(9)

特開昭55-145171(3)

$V_{DO}$  を制御回路  $O$  に与えるようにしている。

第4図は第3図の実施例の動作を説明するため  
の直流電圧  $V_{DO}$  の変化を示すタイムチャートで  
ある。まず正常放電時点  $t_1$  では負の略々一定値  
を保つが、アーク発生時点  $t_2$  で急激にゼロに近  
づく。このとき直流電圧  $V_{DO}$  の値は検出レベル  
を超過するから制御回路  $O$  は直流電圧  $V_{DO}$  が  
立下つたことを検出する。この時点  $t_3$  から時点  
 $t_4$  にかけてはフィルタ回路  $F$  の回路要素による  
遅れにより直流電圧  $V_{DO}$  の立下りがなまる。そ  
して、時点  $t_5$  において制御回路  $O$  は高周波電  
源  $P$  に制御信号を与えて高周波放電を停止させ  
る。この給電停止時点  $t_6$  から時点  $t_7$  までは高  
周波電源  $P$  およびマツチング回路  $M$  内の  $L$  の  
による振動が残り徐々にゼロになる。この後時点  
 $t_8$  までは制御回路  $O$  におけるタイマによる休  
止時間 (50 マイクロ秒 - 1 ミリ秒) であり、陽電  
子発生点が消失する時間および再放電開始可能時  
間を考慮して定める。すなわち、アーク放電は熱  
陰極放電であるのに対し、グロー放電は冷陰極放

(8)

電の動作安定化を図るために挿入されている。

第6図は第5図の実施例の動作説明のための進  
行波電力  $P_f$ 、反射波電力  $P_r$  の両信号、および  
これら両信号に基づく信号  $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$  の変化を  
示すタイムチャートである。まず正常放電時点  $t_1$   
には進行波電力  $P_f$  は設定値、反射波電力  $P_r$  は  
ゼロ、したがつて  $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$  もゼロとなる。  
次いでアーク発生時点  $t_2$  になると進行波電力  
 $P_f$  が減少 (増加) し、反射波電力  $P_r$  が急増し、  
したがつて  $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$  が急激に立上り検出レ  
ベルを超える。これにより制御回路  $O$  が検出動  
作し高周波電源  $P$  を停止させ、時点  $t_3$  にて高  
周波電源  $P$  が停止する。この後、時点  $t_4$  まて  
高周波電源  $P$  とかマツチング回路  $M$  の  $L$  の  
より残存振動電流が流れ、次いで時点  $t_5$  まて制  
御回路  $O$  のタイマ動作による休止時間となる。  
時点  $t_6$  で高周波電源  $P$  が始動する。高周波電  
源  $P$  はソフトスタートするが、低出力時は負荷  
とのインピーダンスマツチングがとれず反射波電  
力  $P_r$  が大となる。進行波電力  $P_f$  はソフトスタ

(10)

トの特性にしたがつて増大する。このとき反射放電力 $P_r$ の変化はかなり大であるが、進行放電力 $P_f$ も同様に増加するから $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$ はほぼゼロとなる。したがってアーク検出としてこれに依りアークしや断という動作は防止できる。そして時点 $t_1$ から $t_{11}$ になると徐々に高周放電源 $P_D$ と負荷とのインピーダンスマッチングがとれてきて反射放電力 $P_r$ が減少し $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$ は負となり、さらに時点 $t_{11}$ で進行放電力 $P_f$ が設定値になり、反射放電力 $P_r$ および $(\frac{dP_r}{dt} - \frac{dP_f}{dt})$ もゼロとなる。

この進行放および反射放の各電力を検出する方法は電圧検出による方法よりも汎用性があり、しかもこれら電力の検出器はケーブル上のどの点に設置してもよいので高周放電源の出力に相応むことができ、マッチング回路への配線が簡単になる。

本発明は上述のように、高周放電源を用いたグロー放電装置におけるグロー放電からアーク放電への移行時の変化要素を検出して電源のしや断を行い所定時間後に再度放電開始させるようにした

( 11 )

ため、試料にダメージを与えたりスプラッシュを生じることがなく円滑にグロー放電を続けることができる。しかも、比較的アーク放電に移行し易い大電力グロー放電でもかかる問題を生じることなく作業を行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は一般的な高周放スパッタリング装置の構成を示すブロック図、第2図は第1図の構成におけるアーク発生時の変化要素を示すタイムチャート、第3図(a)、(b)は本発明の一実施例を示すブロック図および同実施例に用いるフィルタの特性図、第4図は第3図(a)の実施例における動作説明用タイムチャート、第5図は本発明の他の実施例を示す回路図、第6図は第5図の実施例の動作説明用タイムチャートである。

DD…グロー放電装置。

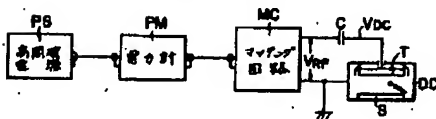
$V_{HF}$ …高周放電圧、 $V_{DC}$ 、 $V_{DC}'$ …直流電圧、

$P_f$ …進行放電力、 $P_r$ …反射放電力。

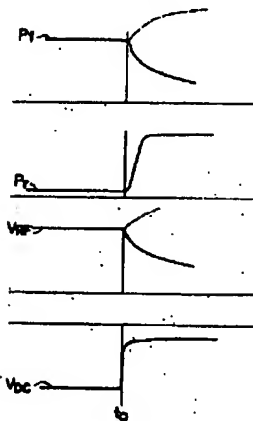
出願人代理人 緒 政 清

( 12 )

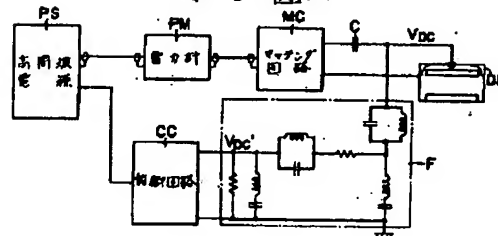
第 1 図



第 2 図



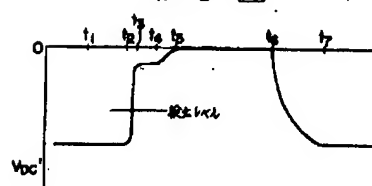
第 3 図 (a)

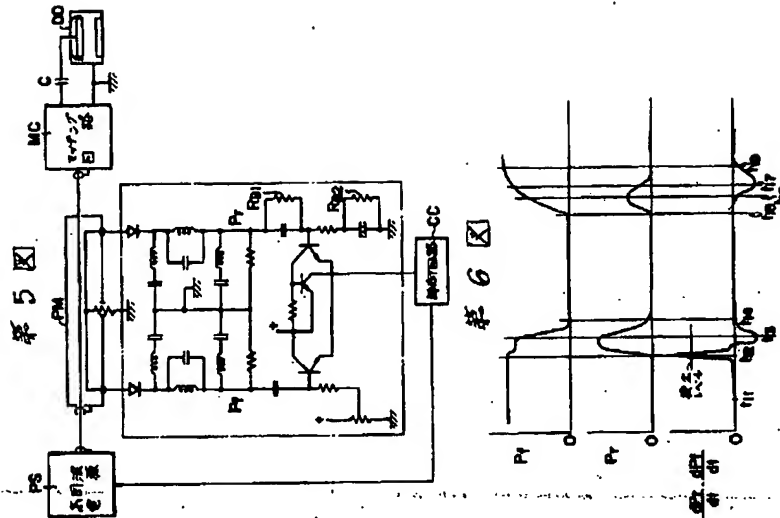


第 3 図 (b)



第 4 図





手続補正書(方式)

昭和54年8月22日

特許庁長官 川原 能雄 殿

1. 事件の表示  
昭和54年特許願第52543号
2. 発明の名称  
高周波電圧を用いたグロー放電装置のアーケしや断方法および装置
3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人

株式会社 徳田製作所

4. 代理人  
(郵便番号100)  
東京都千代田区丸の内三丁目1番5号  
(電話番号(03)3321大代表)

4330 弁理士 猪股

5. 補正命令の日付  
昭和54年7月7日  
(発出昭和54年7月31日)

6. 補正により ~~修正~~ された発明の図

7. 補正の対象  
明細書および図面



8. 補正の内容

- (1) 別紙の通り明細書および図面の修正(内容に変更なし)を提出する。
- (2) 出願当初の図面における第3図乃至第5図(次第の第5図を除く)の図番は別紙修正した図面の通り、「第3図」は「第3図(a)」と、「第4図」は「第3図(b)」と、第4図につづく「第5図」は「第4図」とする。

(2)

(1)